

Sistem Pemantau Jaringan *Wireless* dan Estimasi Arah *Wireless Access Point* berbasis Raspberry-PI

Yudha Maulana Akbar¹ dan Akhmad Musafa¹

ABSTRACT: This paper discusses the design of wireless network monitoring systems and estimation of direction of the wireless access point that serves to conduct the physical location of an access point. This system consists of a directional antenna for signal readout, Raspberry-PI microcomputer board as a data processing and control system, and servo motors as the driving antenna. Directional antenna is rotated 360 degrees in order to obtain the data signal on the corners specified. Test results show the system can work well for determining the physical location of an access point with a stronger decrease in the average signal -2 dB for each additional measurement distance of 10 meters.

KEYWORDS: monitoring systems, estimation of direction, network, wireless, access point, Raspberry

ABSTRAK: Makalah ini membahas perancangan sistem pemantau jaringan wireless dan estimasi arah wireless access point yang berfungsi untuk melakukan pencarian lokasi sinyal lokasi fisik dari sebuah access point. Sistem terdiri dari antena directional untuk pembacaan sinyal, board mikrokomputer Raspberry-PI sebagai pengolah data dan pengendali sistem, dan motor servo sebagai penggerak antena. Antena directional diputar 360 derajat sehingga diperoleh data sinyal pada sudut-sudut yang sudah ditentukan. Data-data ini akan dibandingkan satu sama lain sehingga akan diketahui sudut/arah sinyal terkuat. Hasil pengujian menunjukkan sistem dapat bekerja dengan baik untuk menentukan lokasi fisik dari access point dengan penurunan kuat sinyal rata-rata -2 dB untuk setiap selisih jarak pengukuran 10 meter.

KATA KUNCI: sistem pemantau, estimasi arah, jaringan, wireless, access point, Raspberry

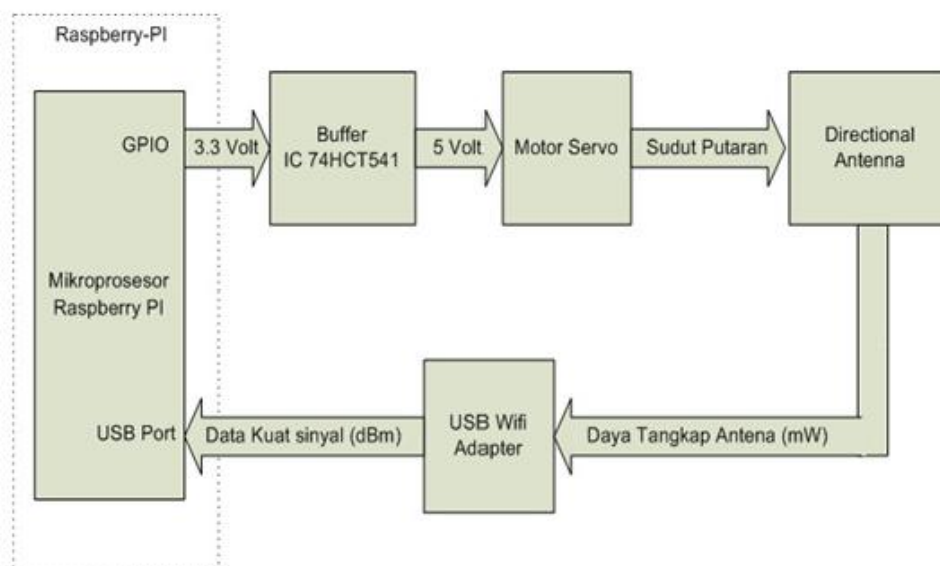
PENDAHULUAN

Penyediaan *wireless access point* pada tempat umum merupakan salah satu solusi yang ditawarkan oleh operator/penyedia jasa telekomunikasi untuk memenuhi tuntutan pelanggan akan kemudahan akses jaringan *broadband* untuk mendapatkan akses internet di lokasi pelanggan berada. Banyaknya jumlah lokasi pemasangan *access point* menjadikan penggunaan *Wireless Access Control (WAC)* sebagai solusi untuk melakukan konfigurasi terpusat untuk *access point*. Sebuah WAC dapat mengatur sekitar 10.000 *access point*.

Selain perangkat untuk melakukan konfigurasi secara terpusat, dibutuhkan perangkat lain untuk memudahkan pemantauan terhadap konfigurasi yang telah dibuat pada WAC dan perangkat untuk melakukan estimasi arah dari *access point* di lapangan yang berfungsi untuk melakukan pencarian lokasi fisik dari *access point*. Perangkat ini diperlukan apabila ada kerusakan yang berkaitan dengan fisik dari *access point* atau akan melakukan *troubleshooting* yang membutuhkan koneksi langsung dengan *access point* seperti upgrade firmware.

KONSEP SISTEM

Diagram blok sistem pemantau jaringan wireless dan estimasi arah *wireless access point* ditunjukkan pada Gambar 1. Raspberry-PI adalah sebuah board mikrokomputer yang digunakan sebagai pengendali dan pengolah data dalam sistem pemantau jaringan wireless dan estimasi arah wireless access point. Data input berupa kuat sinyal *wireless access point* yang dibaca oleh perangkat antena directional seri TL-ANT2409 (frekuensi 2.4 GHz) yang dilengkapi dengan perangkat USB wifi adapter. Sinyal keluaran dari mikrokomputer Raspberry-PI digunakan untuk mengendalikan arah sudut perputaran antena yang digerakkan oleh motor servo 12 volt yang memiliki sudut putaran 360°. Sebelum masuk ke motor servo, sinyal ini dimasukkan terlebih dahulu ke perangkat buffer 74HCT541.

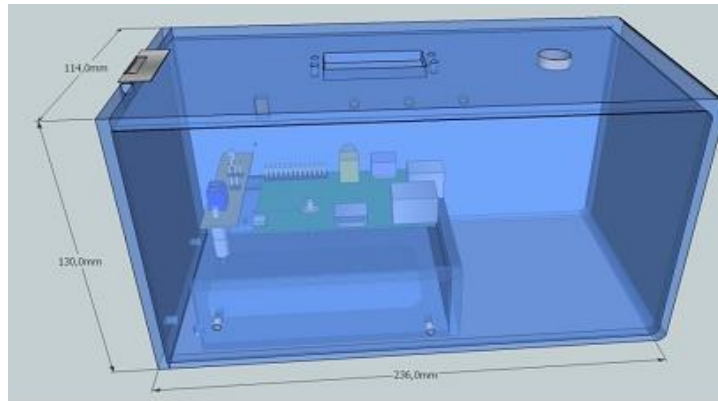


■ Gambar 1. Diagram Blok Sistem

¹ Jurusan Teknik Elektro Universitas Budi Luhur Jakarta

Perangkat Keras

Desain mekanik dari sistem dibuat berbentuk persegi panjang dengan ukuran 23,6 cm x 11,4 cm x 13 cm dengan menggunakan bahan akrilik ketebalan 5 mm, seperti ditunjukkan pada Gambar 2.

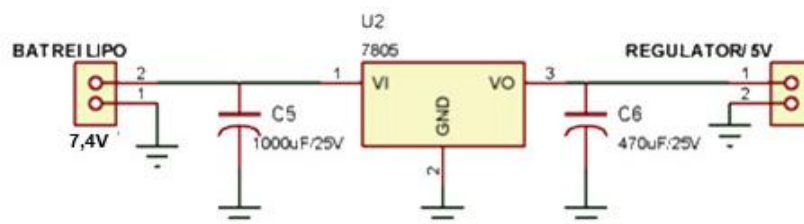


■ Gambar 2. Desain Mekanik Sistem

Perangkat elektronik yang terdapat dalam sistem ini terdiri dari rangkaian catu daya, sistem minimum mikrokomputer Raspberry-PI, rangkaian buffer dan motor servo, antenna directional, serta USB Wifi Adapter.

Rangkaian Catu Daya

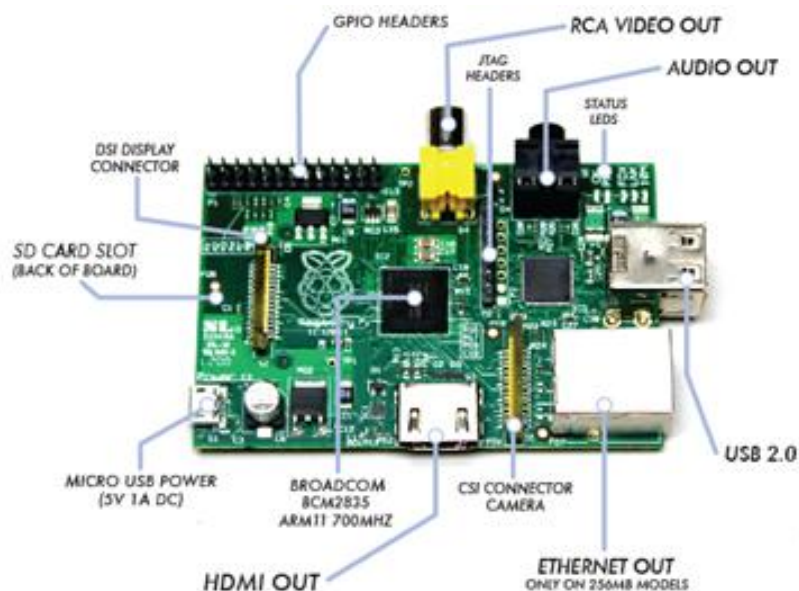
Catu daya yang dibutuhkan dalam sistem sebanyak 2 buah, yang pertama untuk mencatu mikrokomputer Raspberry-PI dan yang kedua untuk mencatu motor servo. Rangkaian catu daya seperti ditunjukkan pada Gambar 3. Sumber tegangan rangkaian catu daya berasal dari baterai *rechargeable* berjenis Lithium Polymer (LiPo) yang mempunyai tegangan 7,4 volt (2 cell) dengan arus 2200 mAh. Catu tegangan ke mikrokomputer Raspberry-PI dan motor servo sebesar 5 volt, sehingga pada rangkaian catu daya dipasang regulator tegangan 5 VDC yaitu IC7805.



■ Gambar 3. Rangkaian catu daya

Raspberry-PI

Raspberry-PI adalah sebuah mikrokomputer yang memiliki *System on Chip* (SoC) Broadcom BCM2835, dengan bentuk fisik dan bagian-bagian sistem seperti ditunjukkan pada Gambar 4.



■ Gambar 4. Bentuk fisik dan bagian-bagian Raspberry-PI

Sistem ini terdiri dari sebuah *CPU* berupa prosesor ARM11 yang memiliki kecepatan 700 MHz dan dapat dilakukan *over clocking* mencapai kecepatan proses 1 GHz. Prosesor ARM merupakan jenis prosesor yang banyak digunakan pada perangkat *mobile* karena penggunaan daya dari prosesor yang kecil sehingga dapat menghemat penggunaan catu daya dari baterai.

Selain CPU, pada SoC Broadcom BCM2835 juga terdapat *Graphical Processing Unit* (GPU) jenis Videocore IV yang mampu untuk melakukan *encoding* dan *decoding* video hingga 1080p, memiliki resolusi kamera yang tinggi, dan kemampuan untuk memproses grafik 2D dan 3D.

Perangkat lain yang terdapat pada SoC Broadcom BCM2835 adalah *Random Access Memory* (RAM). Raspberry-Pi tidak memiliki harddisk yang bersifat *built-in*, tetapi menggunakan memori *SD Card* dengan kapasitas minimal 4 GB untuk penyimpanan data dan sistem operasi. Kapasitas RAM pada Raspberry-Pi versi 2 revisi B adalah 512 MB, yang dibagi untuk GPU sebesar 16 MB. Pembagian memori untuk GPU dapat diatur pada menu konfigurasi Raspberry-Pi.

Raspberry-Pi memiliki 26 pin, yang terbagi menjadi 17 pin *General Purpose Input Output* (GPIO) yang dapat dikendalikan melalui perangkat lunak, dan 9 pin untuk catu daya dan ground. Diagram pin Raspberry-Pi seperti ditunjukkan pada Gambar 5. Dari 17 pin GPIO yang dapat dikendalikan melalui perangkat lunak, 8 pin berfungsi sebagai port I/O yang dapat diatur masing-masing sebagai port input ataupun output. Sembilan pin GPIO yang memiliki fungsi alternatif dapat dikonfigurasi agar berfungsi untuk SPI, PWM, I²C, dan komunikasi serial UART.



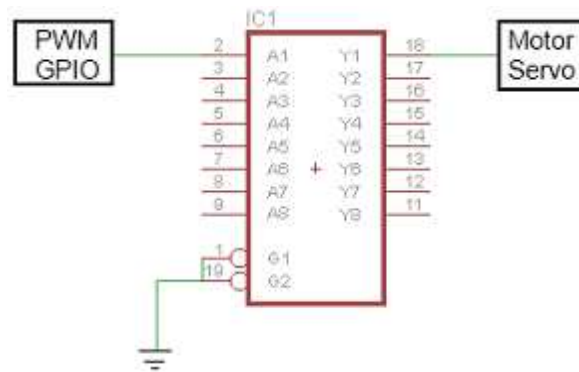
■ Gambar 5. Diagram pin Raspberry-Pi

Rangkaian Buffer

Rangkaian buffer selain berfungsi untuk melakukan penyesuaian tegangan output GPIO 3.3 volt menjadi tegangan TTL 5 volt, juga berfungsi sebagai pelindung GPIO dari tegangan berlebih (*over voltage*) yang mungkin terjadi. Komponen untuk buffer yang digunakan adalah IC 74HCT541 dengan tabel kebenaran seperti ditunjukkan pada Tabel 1. Rangkaian buffer dalam sistem ini seperti ditunjukkan pada Gambar 6.

■ Tabel 1. Tabel kebenaran IC 74HCT541

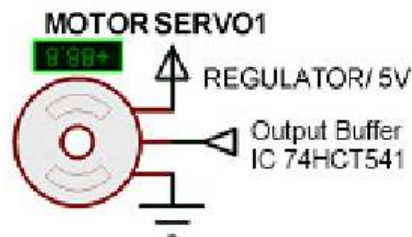
| Input | | | Output |
|-------------------|-------------------|-------|--------|
| \overline{OE}_1 | \overline{OE}_2 | A_n | Y_n |
| L | L | L | L |
| L | L | H | H |
| X | H | X | Z |
| H | X | X | Z |



■ Gambar 6. Rangkaian buffer 74HCT541

Rangkaian Motor Servo

Dalam sistem ini, motor servo yang digunakan adalah jenis motor servo *continuous* 1 turn yang digunakan sebagai aktuator pemutar antenna. Hal ini penting diperhatikan untuk menentukan dan membantu pembacaan sudut arah antenna. Pengaturan pergerakan motor servo dilakukan dengan mengatur lebar pulsa sinyal PWM yang diberikan. Rangkaian motor servo ditunjukkan pada Gambar 7.



■ Gambar 7. Rangkaian motor servo

Antena Directional

Antena yang digunakan dalam sistem adalah antena directional TL-ANT2409A yang memiliki konektor RP-SMA untuk dipasang ke *USB Wifi Adapter* seri TL-WN722N. Bentuk fisik antena directional seperti ditunjukkan pada Gambar 8.

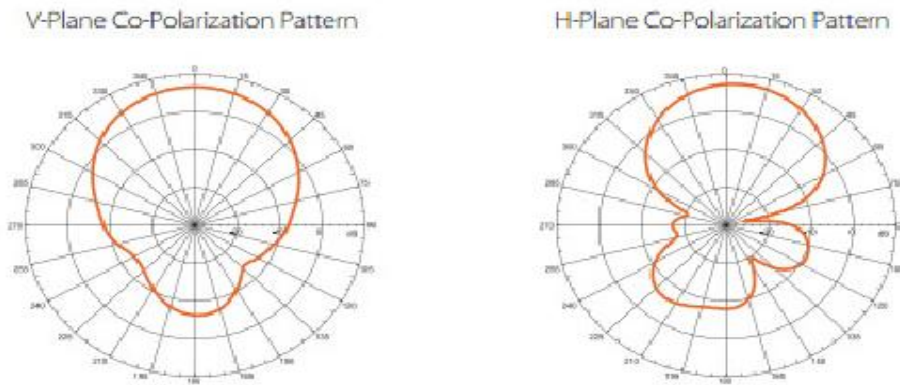


■ Gambar 8. Bentuk fisik antena directional

Sistem utama di dalam antena directional adalah antena *patch* atau disebut juga dengan *rectangular microstrip antenna*. Antena jenis ini merupakan salah satu tipe antena radio yang terdiri dari dua lempengan logam yaitu *patch* dan *ground plane*, dimana logam patch diletakkan di atas *ground plane*. Bentuk fisik dan pola radiasi V-Plane dan H-Plane antena patch seperti ditunjukkan pada Gambar 9 dan Gambar 10.

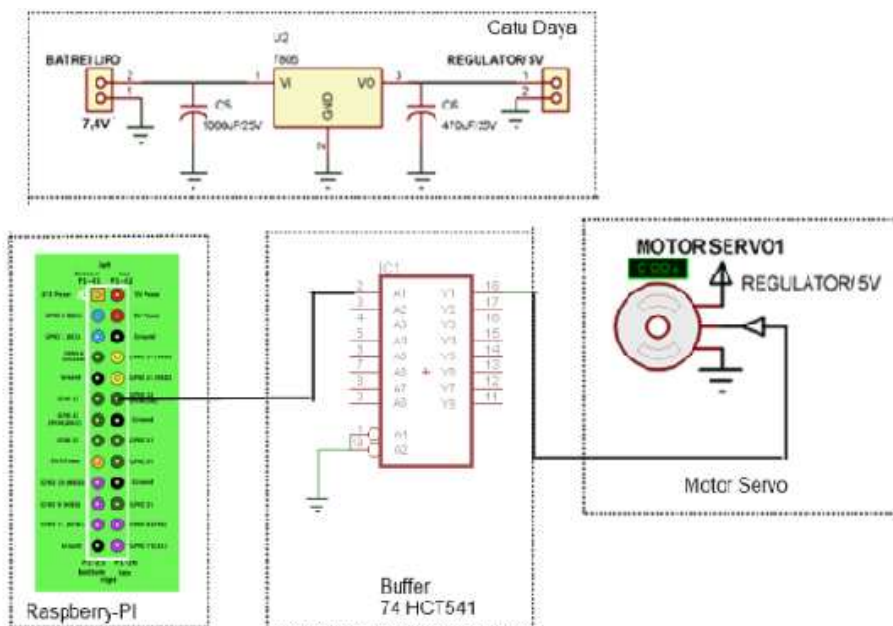


■ Gambar 9. Bentuk fisik antena patch



■ Gambar 10. Pola radiasi antenna patch

Skematik rangkaian sistem secara keseluruhan (terdiri dari rangkaian catu daya, rangkaian minimum sistem Raspberry-PI, rangkaian buffer, dan rangkaian motor servo) ditunjukkan pada Gambar 11.



■ Gambar 11. Skematik rangkaian sistem keseluruhan

Rancangan Program

Dalam perancangan sistem ini digunakan bahasa pemrograman python dan shell script pada sistem operasi Linux Debian. Bahasa python digunakan untuk melakukan pembacaan *beacon frame* sehingga didapatkan informasi *SSID*, *BSSID*, *Channel*, dan *Beacon Interval*. Shell script digunakan untuk melakukan pengolahan data *frame radiotap* dan mengatur putaran motor servo penggerak antenna. Algoritma program pengolah data dan pengaturan putaran motor servo ditunjukkan pada diagram alir pada Gambar 12.

Konfigurasi Sistem

Sebelum dilakukan pengujian sistem keseluruhan, dilakukan konfigurasi sistem Raspberry-PI dengan cara melakukan remote dari laptop ke sistem operasi dari mikrokomputer Raspberry-PI melalui jaringan kabel. Software yang digunakan untuk melakukan remote adalah Putty. Service yang digunakan untuk melakukan remote adalah *Secure Shell* (SSH) melalui port 22. Konfigurasi pengujian ditunjukkan pada Gambar 13.

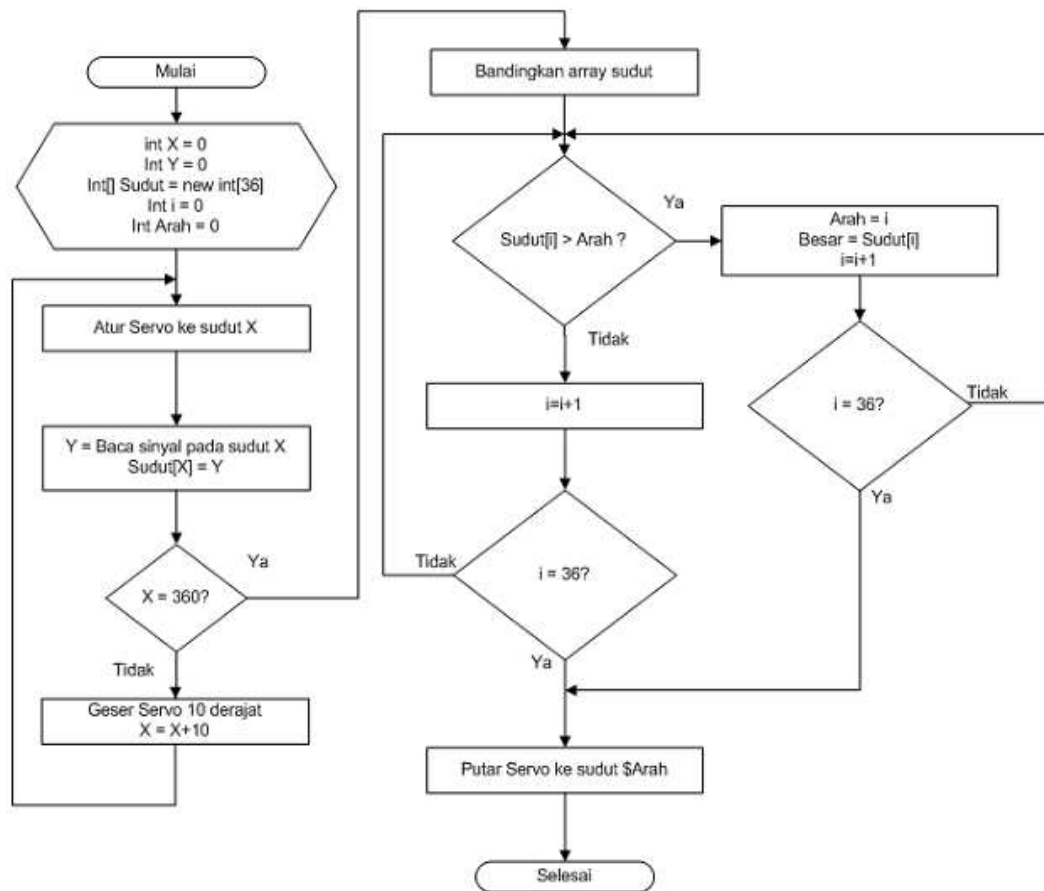
Konfigurasi yang digunakan dalam pengujian adalah sebagai berikut :

1. IP Address laptop adalah 192.168.1.100 subnetmask 255.255.255.0
2. IP Address Raspberry-PI adalah 192.168.1.103 netmask 255.255.255.0
3. Sistem operasi pada laptop adalah Windows 7 Ultimate
4. Sistem operasi pada Raspberry-PI adalah Linux Debian

Level Tegangan GPIO

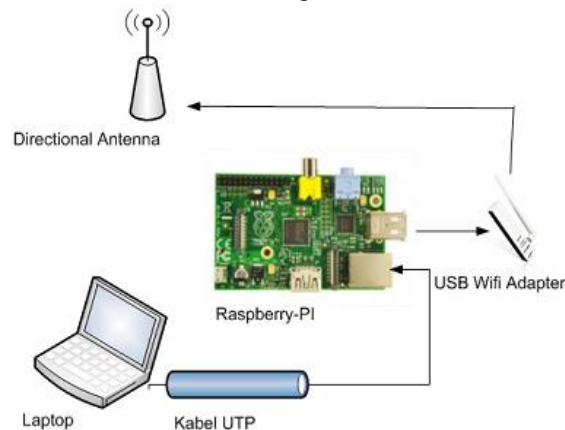
Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui level tegangan logika pada pin GPIO Raspberry-PI. Pengujian dilakukan dengan cara mengukur tegangan output pada pin GPIO ketika pin tersebut diberi perintah melalui

program untuk mengeluarkan logika tinggi (V1) dan ketika diberi perintah untuk mengeluarkan logika rendah (V0). Untuk mengendalikan pin GPIO digunakan python interpreter yang ada pada Raspberry-PI seperti ditunjukkan pada Gambar 14.



■ **Gambar 12.** Algoritma program pengolahan data dan pengaturan putaran motor servo

3. PENGUJIAN SISTEM



■ **Gambar 13.** Rangkaian konfigurasi pengujian Raspberry PI

```

pi@raspberrypi: ~
root@raspberrypi:/home/pi# python
Python 2.7.3rc2 (default, Apr 23 2012, 04:52:06)
[GCC 4.6.3] on linux2
Type "help", "copyright", "credits" or "license" for more information.
>>> import RPi.GPIO as GPIO
>>> GPIO.setmode(GPIO.BOARD)
>>> GPIO.setup(7,GPIO.OUT)
>>> GPIO.output(7,True)
>>> GPIO.output(7,False)
>>>
root@raspberrypi:/home/pi#
  
```

■ **Gambar 14.** Tampilan python interpreter untuk mengendalikan GPIO

Gambar 13 di atas menunjukkan cara mengendalikan pin GPIO 7 sebagai output, memberi logika tinggi, setelah itu memberi logika rendah pada pin GPIO 7. Hasil pengukuran tegangan pada pin GPIO 7 ditunjukkan pada Tabel 2.

■ **Tabel 2.** Hasil pengujian level tegangan pin GPIO

| Pin GPIO | V(0) | V(1) |
|----------|--------|----------|
| 7 | 0 volt | 3.3 volt |

PWM dari GPIO untuk Penggerak Motor Servo

Pengujian ini bertujuan untuk melihat perubahan sudut motor servo ketika diberi sinyal PWM dengan T-ON tertentu. Pengujian PWM GPIO untuk penggerak motor servo dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak servolabster pada sistem operasi Linux di Raspberry-PI. Pengaturan nilai servolabster menggunakan perintah pada terminal remote SSH Raspberry-PI seperti ditunjukkan pada Gambar 15.

```
pi@raspberrypi: ~
root@raspberrypi:/home/pi# echo 2=90 >/dev/servoblaster
root@raspberrypi:/home/pi# cat /dev/servoblaster
0=0
1=0
2=90
3=0
4=0
5=0
6=0
7=0
root@raspberrypi:/home/pi#
```

■ **Gambar 15.** Pemberian nilai pada Servolabster

Dari Gambar 14 di atas, nilai servolabster diatur untuk mengeluarkan pulsa T-ON sebesar $90 \times 10 \mu\text{s}$ dari periode 2 ms pada pin Servolabster 2 atau pin GPIO 18, dengan hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 3.

■ **Tabel 3.** Hasil pengujian level tegangan pin GPIO

| Nilai servoblaster | Lebar pulsa T-ON (ms) | Tegangan (mV) | Posisi Sudut Motor Servo (derajat) |
|--------------------|-----------------------|---------------|------------------------------------|
| 90 | 0.9 | 193 | 0 |
| 93 | 0.93 | 197 | 10 |
| 96 | 0.96 | 201 | 20 |
| 99 | 0.99 | 207 | 30 |
| 102 | 1.02 | 212 | 40 |
| 105 | 1.05 | 217 | 50 |
| 108 | 1.08 | 222 | 60 |
| 111 | 1.11 | 227 | 70 |
| 114 | 1.14 | 232 | 80 |
| 117 | 1.17 | 237 | 90 |
| 120 | 1.20 | 242 | 100 |
| 123 | 1.23 | 247 | 110 |
| 126 | 1.26 | 252 | 120 |
| 129 | 1.29 | 257 | 130 |
| 132 | 1.32 | 262 | 140 |
| 135 | 1.35 | 267 | 150 |
| 138 | 1.38 | 272 | 160 |
| 141 | 1.41 | 277 | 170 |
| 144 | 1.44 | 282 | 180 |
| 147 | 1.47 | 287 | 190 |
| 150 | 1.50 | 292 | 200 |
| 153 | 1.53 | 297 | 210 |
| 156 | 1.56 | 302 | 220 |
| 159 | 1.59 | 307 | 230 |
| 162 | 1.62 | 312 | 240 |
| 165 | 1.65 | 317 | 250 |
| 168 | 1.68 | 322 | 260 |
| 171 | 1.71 | 327 | 270 |
| 174 | 1.74 | 332 | 280 |

| | | | |
|-----|------|-----|-----|
| 177 | 1.77 | 337 | 290 |
| 180 | 1.80 | 342 | 300 |
| 183 | 1.83 | 347 | 310 |
| 186 | 1.86 | 352 | 320 |
| 189 | 1.89 | 357 | 330 |
| 192 | 1.92 | 362 | 340 |
| 195 | 1.95 | 367 | 350 |
| 198 | 1.98 | 372 | 360 |

Pengujian Antena

Pengujian antena bertujuan untuk mengetahui kuat sinyal yang diterima oleh antena pada jarak tertentu. Pengujian antena dilakukan dengan cara menggeser-geser (merubah jarak) posisi antena terhadap posisi wireless access point dan mengamati perubahan nilai kuat sinyal yang diterima oleh *USB Wifi Adapter*. Pengujian dilakukan dengan menggunakan software *airodump-ng* untuk melihat besarnya kuat sinyal yang diterima antena. Software *airodump-ng* dijalankan melalui akses terminal remote SSH Raspberry-PI dengan tampilan seperti ditunjukkan pada Gambar 16. Hasil pengujian antena ditunjukkan pada Tabel 4.

```

pi@raspberrypi: ~
root@raspberrypi:/home/yudz# airodump-ng mon0

CH 5 ][ Elapsed: 4 s ][ 2012-12-26 05:38

BSSID                PWR Beacons    #Data, #/s  CH  MB  ENC  CIPHER AUTH ESSID
02:1A:11:FB:FE:8E  -48         13          1   0   6  54e  WPA2 CCMP  PSK  droid

BSSID                STATION          PWR   Rate    Lost    Frames  Probe
(not associated)    64:70:02:0E:02:C2  0     0 - 1      2        9

root@raspberrypi:/home/yudz#

```

■ Gambar 16. Pengujian antena menggunakan airodump-ng

■ Tabel 4. Hasil pengujian daya tangkap antena terhadap perubahan jarak antena dari access point

| Jarak (m) | Kuat Sinyal (dB) |
|-----------|------------------|
| 5 | -66 |
| 10 | -69 |
| 20 | -71 |
| 30 | -73 |
| 40 | -70 |
| 50 | -74 |

3.4. Pengujian Sistem Keseluruhan

Pengujian sistem bertujuan untuk mengetahui kinerja sistem keseluruhan dalam mendeteksi sinyal dari *wireless access point* dan *mapping* ke sudut yang dibentuk oleh motor servo, dengan skema pengujian seperti ditunjukkan pada Gambar 12. Pengujian dilakukan pada area indoor pada lokasi tertentu yaitu salah satu ruang di PT. Binary Works Indonesia pada tanggal 12 Juni 2013 jam 13:47. Hasil pengujian sistem secara keseluruhan ditunjukkan pada Tabel 5.

■ Tabel 5. Hasil pengujian daya sistem keseluruhan

| Kuat Sinyal (dB) | Sudut Servo (derajat) | Nilai Servolabster |
|------------------|-----------------------|--------------------|
| -44 | 0 | 90 |
| -62 | 10 | 93 |
| -58 | 20 | 96 |
| -33 | 30 | 99 |
| -55 | 40 | 102 |
| -67 | 50 | 105 |
| -48 | 60 | 108 |
| -69 | 70 | 111 |
| -65 | 80 | 114 |
| -42 | 90 | 117 |
| -67 | 100 | 120 |

| | | |
|-----|-----|-----|
| -62 | 110 | 123 |
| -47 | 120 | 126 |
| -74 | 130 | 129 |
| -74 | 140 | 132 |
| -72 | 150 | 135 |
| -67 | 160 | 138 |
| -46 | 170 | 141 |
| -64 | 180 | 144 |
| -73 | 190 | 147 |
| -42 | 200 | 150 |
| -64 | 210 | 153 |
| -46 | 220 | 156 |
| -52 | 230 | 159 |
| -63 | 240 | 162 |
| -46 | 250 | 165 |
| -68 | 260 | 168 |
| -63 | 270 | 171 |
| -56 | 280 | 174 |
| -54 | 290 | 177 |
| -45 | 300 | 180 |
| -58 | 310 | 183 |
| -64 | 320 | 186 |
| -51 | 330 | 189 |
| -56 | 340 | 192 |
| -63 | 350 | 195 |
| -39 | 360 | 198 |

Dari data pada Tabel 5 di atas diketahui bahwa sinyal terkuat dari *wireless access point* berada pada sudut 30⁰ dengan kuat sinyal -33dB.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan dan pengujian yang dilakukan, diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Pengujian servolabster dengan mengukur perubahan nilai tegangan pada pin GPIO ketika diberi sinyal PWM menunjukkan adanya perubahan tegangan rata-rata sebesar 5 mV untuk setiap perubahan pulsa T-ON sebesar 30 uS.
2. Hasil pengujian antena menunjukkan bahwa penambahan jarak dari *wireless access point* ke antena penerima sebesar 10 meter umumnya mengakibatkan pelemahan sinyal sekitar 2 dB. Sedangkan sinyal terkuat dari *wireless access point* berada pada sudut 30⁰ yaitu sebesar -33 dB.
3. Perangkat ini dapat bekerja dengan baik untuk menentukan arah sinyal terbaik dari access point. Arah sinyal tersebut dapat menjadi estimasi lokasi fisik dari sebuah *access point*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. "Introduction to the Raspberry Pi", 2013.
Internet : <http://www.botlanta.org/uploads/pdf/RaspberryPi.pdf>. [20 Apr 2013]
- [2]. "TCPDUMP filters-Computer Science and Engineering", 2013.
Internet : <http://www.cs.ucr.edu/~marios/ethereal-tcpdump.pdf>. [1 Jun 2013]
- [3]. E.Hall, Bruce. "Raspberry Pi GPIO for Dummies part 1", 2013.
Internet : <http://w8bh.net/pi/GPIO1.pdf>. [19 Apr 2013]
- [4]. E.Hall, Bruce. "Raspberry Pi GPIO for Dummies part 1", 2013.
Internet : <http://w8bh.net/pi/GPIO1.pdf>. [19 Apr 2013]
- [5]. Medin, Tim. "Extracting IP names for Packet Captures", 2013.
Internet : <http://www.packetstan.com/2011/03/extracting-ap-names-from-packet.html>. [5 Jun 2013]
- [6]. Orban, D. dan Moernaut, G.J.K. "The Basics of Patch Antennas", 2013.
Internet : http://www.orbanmicrowave.com/The_Basics_of_Patch_Antennas.pdf. [19 Apr 2013]
- [7]. Horwath, Ben. "Microstrip Patch Antenna Design Principles", 2013.
Internet : <http://linux.students.engr.scu.edu/~bhorwath/presentations/Microstrip%20Patch%20Antenna%20Design.pdf>. [19 Apr 2013]